

1503.66255

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

jc971 U.S. PTO

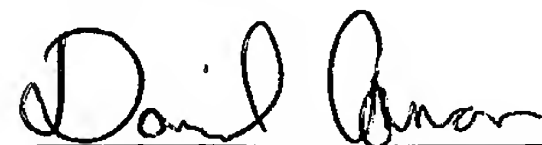
10/083188



Applicant: Akio Toba )  
)  
Serial No. )  
)  
Filed: February 26, 2002 )  
)  
For: LINEAR ACTUATOR )  
)  
Art Unit: )

*I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on this date.*

2/26/2002  
Date

  
Express Mail No. EL846223301US

#2  
Priority  
El-Hickson  
11-17-02

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant claims foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign applications identified below:

Japanese Patent Application No. 2001-055271, filed Feb. 28, 2001

Japanese Patent Application No. 2001-379971, filed Dec. 13, 2001

A certified copy of each priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By



Patrick G. Burns  
Registration No. 29,367

February 26, 2002  
300 South Wacker Drive  
Suite 2500  
Chicago, Illinois 60606  
Telephone: 312.360.0080  
Facsimile: 312.360.9315

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC971 U.S. PTO  
10/083188  
02/26/02

This is to certify that the annexed is a true copy of the following  
application as filed with this Office.

Date of Application: February 28, 2001

#2  
priority  
date  
4-1702

Application Number: Patent Application No. 2001-055271

Applicant(s): Fuji Electric Co., Ltd.

November 16, 2001

Commissioner,

Japan Patent Office      Kozo OIKAWA

Certificate No. 2001-3101034

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

103.66355  
3121320.2080  
Jc971 U.S. PRO  
10/083188  
02/26/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2001年 2月28日

出願番号  
Application Number:

特願2001-055271

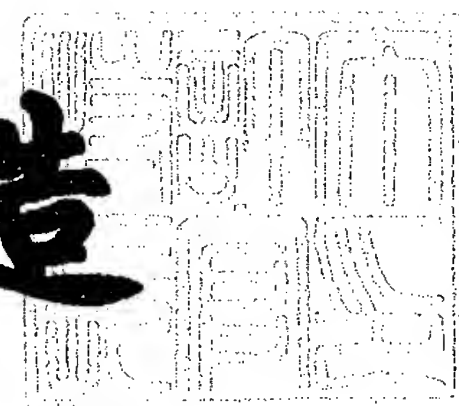
出願人  
Applicant(s):

富士電機株式会社

2001年11月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3101034

【書類名】 特許願

【整理番号】 00P01700

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 41/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式  
会社内

【氏名】 鳥羽 章夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005234

【氏名又は名称】 富士電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091281

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 雄一

【電話番号】 03-3234-8177

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044303

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006576

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リニアアクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁性体からなり、かつ互いにほぼ並行に配置された複数の片の長手方向端部にコイルが集中的に巻回され、このコイルに電流を通流することにより前記複数の片の長手方向に沿って周期的な磁気的変化を生じる第 1 の部材と、

前記複数の片の長手方向に沿って N 極、S 極の磁極が交互に配置され、かつ前記第 1 の部材にほぼ一定距離を隔てて対向配置された第 2 の部材と、を備え、

第 1 の部材の複数の片における磁気的変化の分布を互いに異ならせることにより、第 2 の部材を第 1 の部材の長手方向に沿って相対的に移動させることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 2】 レール状で長手方向に等間隔  $T$  にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片 2 つを、互いに平行に、かつ両固定子片の突起の位置が長手方向に直交する方向に沿って揃うように配置し、両固定子片の一端を磁性体からなるブリッジによって磁気的に結合するとともに、両固定子片の突起を互いに逆極性に磁化するコイルを前記ブリッジに巻回して 1 つの固定子片対を形成し、

この固定子片対  $K$  ( $K$  は 2 以上の整数) 個を、互いに平行に、かつ突起の位置が長手方向に沿って順次等間隔ずつずれるように配置して構成した固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向するように、磁性体からなるコアの表面に各固定子片の長手方向に沿って N 極、S 極が交互に等間隔  $P$  (ただし  $P/2 < T < 2P$ ) で配置された磁極を有する可動子片 2 つを、両可動子片の相対する位置の磁極が互いに逆極性となるように配置し、更に、両可動子片のコアを結合して 1 つの可動子片対を形成し、

この可動子片対  $K$  個を一体化して構成した可動子と、

を備え、

前記各固定子片対のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させることを特徴とするリニアアクチ

ユエータ。

【請求項 3】 請求項 2 記載のリニアアクチュエータにおいて、  
固定子は、各固定子片対を構成する 2 つの固定子片の突起同士が対向するように形成され、

可動子は、コアの表裏に各可動子片を配置した可動子片対を備え、  
前記可動子を 2 つの固定子片の相互間に配置したことを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 4】 レール状で長手方向に等間隔  $T$  にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片  $M$  ( $M$  は 3 以上の整数) 個を、互いに平行に、かつ突起の位置が長手方向に沿って  $T/M$  ずつ順次ずれるように配置し、各固定子片の一端を磁氣的に結合するとともに、各固定子片の突起を磁化するコイルをそれぞれ備えてなる固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向するように、磁性体からなるコアの表面に各固定子片の長手方向に沿って  $N$  極、 $S$  極が交互に等間隔  $P$  (ただし  $P/2 < T < 2P$ ) で配置された磁極を有する可動子片  $M$  個を備え、各可動子片の磁極が前記固定子片の長手方向に直交する方向に沿って揃うように各可動子片のコアを磁氣的に結合してなる可動子と、

を備え、

前記各固定子片のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 5】 請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載したリニアアクチュエータにおいて、

可動子片を、強磁性体からなるコアに磁極としての永久磁石を密着接合して構成したことを特徴とするリニアアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、第 1 の部材における磁氣的变化の分布をずらして第 2 の部材の磁極



に磁力を作用させることにより、第 1 の部材と第 2 の部材とを相対的かつ直線的に移動させるようにしたりニアアクチュエータに関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

図 1 0 は第 1 の従来技術を示すもので、固定コイル型 3 相リニアアクチュエータと呼ばれているものである。

図 1 0 において、可動子 6 0 と固定子 7 0 とは平均的に一定距離を介して対向しており、可動子 6 0 は図示されていない支持具（いわゆるリニアガイド）に沿って移動可能である。

## 【 0 0 0 3 】

可動子 6 0 は、コア 6 1 と多数の磁極 6 2 とから構成されており、これらの磁極 6 2 は S 極、N 極が交互に着磁されて固定子 7 0 の突起 7 3 との対向面に配置されている。なお、可動子の構造は、固定子 7 0 の突起 7 3 の配列方向に沿って N 極、S 極が交互に配置されていれば、図示例に限定されない。

## 【 0 0 0 4 】

一方、固定子 7 0 は、バックヨーク 7 1 により結合された主極 7 2 が並び、主極 7 2 の上端部にはそれぞれ突起 7 3 が設けられている。また、各主極 7 2 を取り巻くようにコイル 7 4 が集中的に巻回されており、これらのコイル 7 4 は主極間のスロットに配置されている。なお、主極 7 2、突起 7 3、コイル 7 4 から成る部分は各相ごとに設けられ、U 相、V 相、W 相のコイル 7 4 が順番に配置されている。

## 【 0 0 0 5 】

その動作を説明すると、例えば、図 1 0 において固定子 7 0 の U 相コイルに U 相突起が N 極となるように電流を流せば、この U 相突起に可動子 6 0 の磁極 6 2 の S 極が吸引される。次に U 相コイルの電流をゼロとして W 相コイルに W 相突起が S 極となるように電流を流せば、W 相突起に磁極 6 2 の N 極が吸引される力が発生し、可動子 6 0 は水平方向に直線移動する。

このような動作を U、V、W 相について連続的に繰り返すことによって可動子 6 0 には図の x 方向に沿った連続的な推力が発生し、リニアアクチュエータとし

て動作する。

【0006】

次に、図11は第2の従来技術を示しており、可動コイル型3相リニアアクチュエータまたはハイブリッド型リニアパルスモータと呼ばれている。

図11において、レール状の固定子90はバックヨーク91上に等間隔で並ぶ突起92を2列備えており、各列の突起92は側面から見た位置が互いに完全にずれている。

【0007】

上記突起の上面から平均的に一定距離を介して可動子80が対向しており、この可動子80の固定子90との対向面にも突起83が設けられている。これらの突起83は3本の主極82の先端部にあり、各主極82はバックヨーク81によって結合されている。また、バックヨーク81及び主極82はそれぞれ形状の等しい2つの部位からなっており、これら2つの部位はバックヨーク81の部分で両者に密着する磁石85を介して連結され、各部位の突起83は固定子90側の2列の突起92にそれぞれ対向している。磁石85の着磁方向は、この磁石85が連結されているバックヨーク81の側面に直交する方向である。

なお、3本の主極82には、U、V、W相のコイル84がそれぞれ巻回されている。

【0008】

上述した第2の従来技術は一般に良く知られており、その動作原理は、例えば「図解・リニアサーボモータとシステム設計」（白木・宮尾共著、総合電子出版）、p.115～118に記載されているため、ここでは説明を省略する。

【0009】

更に、第3の従来技術として固定コイル型2相リニアアクチュエータと呼ばれるものがある。このアクチュエータは、例えば特許第1495069号「リニアパルスモータ」により公知となっており、固定子に永久磁石を取り付けて可動子の推力を増強している。

また、この従来技術は、可動子の可動方向に沿った長さが、同方向に沿った固定子の長さに対して同程度以上であることや、可動距離が比較的短いとともに位



置決め用途向きの小型アクチュエータであることが特徴となっている。

#### 【 0 0 1 0 】

上述した各従来技術では、可動子に取り付けた位置検出器（例えばリニアエンコーダ）によって得られる可動子の位置情報に基づいて固定子または可動子のコイルへ電流を通流することにより、可動子位置を一層正確に制御することができる。

また、電流をパルスの的に切り替えるのではなく、例えば多相正弦波交流のような連続的な波形とすることにより、可動子の推力を平滑化することが可能であるとともに、第 1 または第 2 の従来技術では、相数は 3 に限られず 2 以上の任意の整数とすることも可能である。

#### 【 0 0 1 1 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記のように、リニアアクチュエータとしては種々のものが提供されているが、各従来技術にはそれぞれ次のような問題がある。

まず、第 1 の従来技術では、固定子 7 0 の全体にコイル 7 4 を配置しなければならない一方、推力発生に寄与するのは可動子 6 0 が対向している部位だけである。このため、固定子 7 0 が長くなるに従ってコイル 7 4 の量が増大し、しかもその内の大部分は推力発生に寄与していない。よって、コスト高、重量増加を招くほか、コイル 7 4 の数だけ冷却や放熱のための機構を設けなくてはならないといった問題がある。

#### 【 0 0 1 2 】

第 2 の従来技術では、可動子 8 0 のコイル 8 4 に電流を流すためのケーブルを設ける必要があるため、配線等の点で機構が複雑になる。また、比較的小型な可動子にて電流通流による損失が発生するため放熱が難しく、冷却構造が複雑化、大型化するといった問題がある。

#### 【 0 0 1 3 】

更に、第 3 の従来技術では、コイルを固定子側に集中的に設置できるというメリットがあるものの、可動子長が固定子長よりも長いため、可動範囲が長い用途に向かない。また、相数を推力平滑化に有利な 3 以上とすることができないとい

う問題もある。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明は、可動範囲を長くできるとともに、冷却構造の簡素化やコストの低減が可能なりニアアクチュエータを提供しようとするものである。

【 0 0 1 5 】

上記課題を解決するため、請求項 1 記載の発明は、磁性体からなり、かつ互いにほぼ並行に配置された複数の片の長手方向端部にコイルが集中的に巻回され、このコイルに電流を通流することにより前記複数の片の長手方向に沿って周期的な磁気的変化を生じる第 1 の部材（例えば固定子）と、

前記複数の片の長手方向に沿って N 極、S 極の磁極が交互に配置され、かつ前記第 1 の部材にほぼ一定距離を隔てて対向配置された第 2 の部材（例えば可動子）と、を備え、

第 1 の部材の複数の片における磁気的変化の分布を互いに異ならせることにより、第 2 の部材を第 1 の部材の長手方向に沿って相対的に移動させるものである。

【 0 0 1 6 】

上記請求項 1 記載の発明は、以下の請求項 2 ～ 5 記載の発明により一層具体化される。

すなわち、請求項 2 記載の発明は、レール状で長手方向に等間隔  $T$  にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片 2 つを、互いに平行に、かつ両固定子片の突起の位置が長手方向に直交する方向に沿って揃うように配置し、両固定子片の一端を磁性体からなるブリッジによって磁気的に結合するとともに、両固定子片の突起を互いに逆極性に磁化するコイルを前記ブリッジに巻回して 1 つの固定子片対を形成し、

この固定子片対  $K$ （ $K$  は 2 以上の整数）個を、互いに平行に、かつ突起の位置が長手方向に沿って順次等間隔ずつずれるように配置して構成した固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向するように、磁性体からなるコアの表面に各固定子片の長手方向に沿って N 極、S 極が交互に等間隔  $P$ （ただし

$P/2 < T < 2P$ ) で配置された磁極を有する可動子片 2 つを、両可動子片の相対する位置の磁極が互いに逆極性となるように配置し、更に、両可動子片のコアを結合して 1 つの可動子片対を形成し、

この可動子片対  $K$  個を一体化して構成した可動子と、を備え、

前記各固定子片対のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させるものである。

#### 【 0 0 1 7 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載のリニアアクチュエータにおいて、

固定子は、各固定子片対を構成する 2 つの固定子片の突起同士が対向するように形成され、

可動子は、コアの表裏に各可動子片を配置した可動子片対を備え、

前記可動子を 2 つの固定子片の相互間に配置したものである。

#### 【 0 0 1 8 】

請求項 4 記載の発明は、レール状で長手方向に等間隔  $T$  にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片  $M$  ( $M$  は 3 以上の整数) 個を、互いに平行に、かつ突起の位置が長手方向に沿って  $T/M$  ずつ順次ずれるように配置し、各固定子片の一端を磁氣的に結合するとともに、各固定子片の突起を磁化するコイルをそれぞれ備えてなる固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向するように、磁性体からなるコアの表面に各固定子片の長手方向に沿って  $N$  極、 $S$  極が交互に等間隔  $P$  (ただし  $P/2 < T < 2P$ ) で配置された磁極を有する可動子片  $N$  個を備え、各可動子片の磁極が前記固定子片の長手方向に直交する方向に沿って揃うように各可動子片のコアを磁氣的に結合してなる可動子と、を備え、

前記各固定子片のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させるものである。

#### 【 0 0 1 9 】

請求項 5 記載の発明は、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載したリニアアクチュエータにおいて、可動子片を、強磁性体からなるコアに磁極としての永久磁石を密着接合して構成したものである。

## 【 0 0 2 0 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。なお、本発明の請求項 1 に記載した発明は各実施形態を包括した発明に相当し、請求項 2 以下の発明によって請求項 1 記載の発明が具体化されるものである。

## 【 0 0 2 1 】

まず、図 1 (a) は請求項 2 に記載した発明にかかる第 1 実施形態を示す斜視図、図 1 (b) は主要部の説明図であり、この実施形態は 2 相集中コイル型リニアアクチュエータに関するものである。

図 1 において、可動子 1 は、2 つの可動子片 10A1, 10A2 を強磁性体からなるブリッジ 10A0 によって磁氣的に結合してなる A 相可動子片対 10A と、同一構造の B 相可動子片対 10B とを、図の x 方向に沿って平行に配置し、両可動子片対 10A, 10B をスペーサ 11 によって一体的に連結することにより構成されている。

## 【 0 0 2 2 】

両可動子片対 10A, 10B は同一構造であるため、以下では B 相可動子片対 10B を例に挙げてその構造を詳述する。

まず、B 相可動子片対 10B において、一方の可動子片 10B1 は、磁性体からなるコア 101 の下表面に、外側が N 極となる磁極 102N と S 極になる磁極 102S とが交互に等間隔 P で配置されており、他方の可動子片 10B2 は、同じくコア 101 の下表面に、前記可動子片 10B1 の磁極 102N, 磁極 102S に相対する位置の磁極が逆極性となるように磁極 102S, 102N が配置されて構成されている。言い換えれば、可動子片 10B1 の磁極 102N の y 方向の延長線上に、可動子片 10B2 の磁極 102S が存在する関係にある。

これらの可動子片 10B1, 10B2 は、x 方向に沿って平行になるように、双方のコア 101 の間に介在するブリッジ 10B0 によって磁氣的に結合されている。

## 【 0 0 2 3 】

また、固定子 2 は、A 相固定子片対 20A と B 相固定子片対 20B とが x 方向に沿って平行になるように配置されている。

A 相固定子片対 20A は、ほぼ同一構造の磁性体からなる 2 つの固定子片 20A1, 2



0A2をx方向に沿って平行に配置するとともに、これらの固定子片20A1, 20A2の端部に一体的に形成された強磁性体のブリッジ20A3によって固定子片20A1, 20A2が磁氣的に結合されている。また、ブリッジ20A3の中央部には、両固定子片20A1, 20A2を異なる極性に磁化するためのコイル20A0が巻回されている。

## 【 0 0 2 4 】

固定子片20A1, 20A2において、対応する可動子片10A1, 10A2の下表面に並ぶ磁極のx方向全長よりも長い範囲にわたり、図1(b)に示す如く複数の突起201が等間隔 $T$  ( $P/2 < T < 2P$ : なお、 $P$ は前述の如く可動子1の磁極間隔であり、この実施形態では $T = P$ )で形成されている。そして、これらの突起201は、固定子片20A1, 20A2双方のx方向に沿った同一の位置で揃っている。つまり、固定子片20A1の突起201のy方向延長線上に固定子片20A2の突起201が存在する関係にある。

## 【 0 0 2 5 】

B相固定子片対20Bもほぼ同様の構成であるが、固定子片20B1, 20B2における突起201の位置が全体的に、A相固定子片対20Aの固定子片20A1, 20A2における突起201の位置に対してx方向に $1/4$ ピッチ（隣り合う突起201の相互の間隔 $T$ を1ピッチとする）ずれている。

すなわち、A相固定子片対20Aの固定子片20A1, 20A2とB相固定子片対20Bの固定子片20B1, 20B2との間で突起201がずれている距離を、固定子片対の数（これを $K$  ( $K$ は2以上の整数)とすると、本実施形態では $K = 2$ )及び上記間隔 $T$ を用いて表すと、 $T/(2K)$ となる。

## 【 0 0 2 6 】

上記説明から明らかなように、この実施形態では、一つの可動子片対に対して一つの固定子片対が存在し、可動子1の磁極面と固定子2の突起面とが平均的に一定距離を隔てて対向しており、可動子1はx方向に移動可能である。可動子1を移動させるためのガイド機構は、固定子2の長手方向に沿ったレール上を移動可能な支持台（図示せず）に可動子1を取り付けることによって実現される。

## 【 0 0 2 7 】

このリニアアクチュエータの駆動方法を以下に説明する。

本実施形態では、A、B各相のコイル20A0、20B0の端子に図2（a）に示すような電圧パルス $v_A$ 、 $v_B$ を印加することにより、可動子1にx方向への連続的な推力が発生し、リニアアクチュエータとして動作する。

この連続的な推力発生を、図3の概念図によって説明する。図3は、固定子2及び可動子1の各相各片の断面図を、x方向位置を揃えて縦方向に列挙したものである。なお、コイル20A0、20B0の励磁状態を明示するためにコイル部分の模式図を併記してあるが、この部分の配置方向の表示は可動子部分の表示とは異なっている。

#### 【0028】

さて、可動子1（A相可動子片10A1、10A2及びB相可動子片10B1、10B2）と固定子2（A相固定子片20A1、20A2及びB相固定子片20B1、20B2）との位置関係が図3（a）の状態においてA相コイル20A0に電流 $i_A$ を通流すると、A相固定子片20A1、20A2の突起とA相可動子片10A1、10A2の磁極とが揃おうとする力が働き、これが可動子1を動かす推力となって可動子1は図3（b）に示す位置に移動する。

#### 【0029】

なお、図3（a）ではB相固定子片20B1、20B2の突起とB相可動子片10B1、10B2の磁極とが揃った位置にあり、A相固定子片20A1、20A2の突起とA相可動子片10A1、10A2の磁極とが1/4ピッチずれている。また、図3（b）ではA相固定子片20A1、20A2の突起とA相可動子片10A1、10A2の磁極とが揃った位置にあり、B相固定子片20B1、20B2の突起とB相可動子片10B1、10B2の磁極とが1/4ピッチずれている。

#### 【0030】

図3（b）の状態からB相コイル20B0に電流 $i_B$ を通流すると、今度はB相固定子片20B1、20B2の突起とB相可動子片10B1、10B2の磁極とが揃おうとするため、推力が発生して可動子1が図3（c）に示す位置に移動する。この位置では、（a）と同様に、B相固定子片20B1、20B2の突起とB相可動子片10B1、10B2の磁極とが揃っており、A相固定子片20A1、20A2の突起とA相可動子片10A1、10A2の磁極とが1/4ピッチずれている。



## 【 0 0 3 1 】

図 3 (c) の状態で、A 相コイル 20A0 に (a) の場合とは逆方向に電流  $i_A$  を通流すると、同様な作用で可動子 1 が (d) の位置に移動する。図 3 (d) では、(b) と同様に A 相固定子片 20A1, 20A2 の突起と A 相可動子片 10A1, 10A2 の磁極とが揃い、B 相固定子片 20B1, 20B2 の突起と B 相可動子片 10B1, 10B2 の磁極とが 1/4 ピッチずれている。

この状態で B 相コイル 20B0 に (b) の場合とは逆極性の電流  $i_B$  を通流すれば、可動子 1 と固定子 2 との位置関係が (a) から丁度、突起 1 ピッチ分進んだ状態に戻る。

従って、(a) ~ (d) の操作を繰り返して固定子 2 における磁気的変化の分布を互いに異ならせる (各固定子片対の間で突起から交互に磁束を発生させる) ことにより、可動子 1 は矢印方向の推力によって連続的に移動することになる。

## 【 0 0 3 2 】

上記 (a) ~ (d) の過程でコイル 20A0, 20B0 に通流される電流  $i_A$ ,  $i_B$  は、図 2 (a) に示した電圧パルス  $v_A$ ,  $v_B$  を印加することにより実現されるが、両コイル 20A0, 20B0 の電流 (または電圧) を、図 2 (b) に示すような連続的で位相の異なる波形、例えば正弦波とすることにより、推力の平滑化を図ることも可能である。

## 【 0 0 3 3 】

図 1 では、可動子 1 の磁極位置を y 方向に沿って揃え、かつ、固定子片対 20A, 20B においては 2 つの固定子片 20A1, 20A2 及び 20B1, 20B2 における突起が互いに逆極性になるようにし、2 つの固定子片対 20A, 20B の突起位置を x 方向に沿って互いに 1/4 ピッチずらす構成となっている。

しかしながら、基本的には、可動子を移動させたときの可動子磁極に起因する A, B 2 相のコイル誘起電圧が位相差を持った交流波形となれば、どのような構成としても良い。

## 【 0 0 3 4 】

例えば、①すべての固定子片 20A1, 20A2, 20B1, 20B2 の突起位置を y 方向に沿って揃え (すなわち、x 方向に沿ったピッチのずれを持たせない)、2 つの可動

子片対10A, 10Bの磁極位置をx方向に沿って互いに1/4ピッチずらす、②すべての可動子片10A1, 10A2, 10B1, 10B2のx方向に沿った磁極位置及び極性を揃え、各固定子片対20A, 20Bの2つの固定子片20A1, 20A2及び20B1, 20B2の突起位置を互いに1/2ピッチずらし（固定子片20A1の突起位置と固定子片20A2の突起位置とを互いに1/2ピッチずらし、かつ、固定子片20B1の突起位置と固定子片20B2の突起位置とを互いに1/2ピッチずらす）、更に、2つの固定子片対20A, 20B同士を互いに1/4ピッチずらす等、様々な構成が可能である。

## 【0035】

次に、図4、図5を参照しつつ本発明の第2実施形態を説明する。この実施形態は請求項2の発明の他の実施形態に相当する。

図4は主要部の斜視図であり、図1のリニアアクチュエータを3相構成にしたものである。なお、1Xは可動子、10U, 10V, 10WはそれぞれU, V, W相可動子片対、22Xは固定子、20U, 20V, 20WはそれぞれU, V, W相固定子片対、20U0, 20V0, 20W0はそれぞれU, V, W相コイルを示す。

## 【0036】

U, V, W相可動子片対10U, 10V, 10Wの個々の構成は、図1におけるA, B相可動子片対10A, 10Bと同一である。また、各相固定子片対20U, 20V, 20Wについては、これらの相互間で突起のずれがx方向に沿って互いに1/3ピッチ（隣り合う突起相互の間隔を1ピッチとする）である点を除けば、ブリッジやコイル等の構造に関して図1のA, B相固定子片対20A, 20Bと基本的に同一である。

ここでは、各固定子片対20U, 20V, 20Wの間で突起201が順次ずれている距離は、固定子片対の数（すなわち $K=3$ ）及び間隔Tを用いて表すと、 $T/K$ 、つまり $T/3$ となる。

## 【0037】

本実施形態において、図5（a）に示すような電圧パルス $v_U$ ,  $v_V$ ,  $v_W$ をU, V, W相コイル20U0, 20V0, 20W0にそれぞれ印加することにより、図1と同様な原理で可動子1Xに推力が発生する。なお、各相コイル20U0, 20V0, 20W0の一端を共通接続し、3相3線に電圧供給を行う場合には、各相電圧の和がゼロとなるため、電圧波形は図5（b）のようになる。

また、図 5 (c) に示すように、各相の電流（あるいは電圧）を連続的で位相差のある波形（図では、平衡 3 相正弦波）とすることによって、推力の平滑化が可能である。

なお、本発明のリニアアクチュエータは、2 相構成や 3 相構成ばかりでなく、単相を除く任意の相数にて構成可能である。

#### 【 0 0 3 8 】

次いで、図 6 は本発明の第 3 実施形態を示すもので、請求項 3 に記載した発明の実施形態に対応する。

図 6 は主要部の斜視図であり、基本的には図 4 と同様に 3 相構成になっている。図 6 において、1Y は可動子、10UY, 10VY, 10WY はそれぞれ U, V, W 相可動子片対、2Y は固定子、20UY, 20VY, 20WY はそれぞれ U, V, W 相固定子片対、20UY0, 20VY0, 20WY0 はそれぞれ U, V, W 相コイルを示す。

また、煩雑になるのを避けるために、図では可動子 1Y の W 相可動子片対 10WY のみについて可動子片 10WY1, 10WY2 の符号を付し、固定子 2Y の W 相固定子片対 20WY のみについて固定子片 20WY1, 20WY2 の符号を付してあるが、他の U 相、V 相の可動子片対、固定子片対についても W 相と同様の構造となっている。

#### 【 0 0 3 9 】

可動子 1Y において、例えば W 相可動子片対 10WY では下側の可動子片 10WY1 と上側の可動子片 10WY2 とで磁極の配列が逆になっている（U, V 相可動子片対についても同様）とともに、各可動子片対 10UY, 10VY, 10WY の下側の可動子片同士、上側の可動子片同士の磁極配置はそれぞれ同一である。

また、固定子 2Y において、例えば W 相固定子片対 20WY では対向する固定子片 20WY1, 20WY2 の突起の配列にピッチのずれがなく（U, V 相固定子片対についても同様）、各固定子片対の間では、突起が x 方向に沿って互いに 1 / 3 ピッチずれている。

#### 【 0 0 4 0 】

本実施形態では、各相固定子片対 20UY, 20VY, 20WY により形成される側面ほぼコ字型の空間に可動子 1Y を配置し、その可動子片対 10UY, 10VY, 10WY の磁極を固定子片対 20UY, 20VY, 20WY 側の突起に対向させている。

この実施形態によれば、固定子2Yと可動子1Yとの間に作用する磁気吸引力がキャンセルされるため、可動子1Yの保持が容易になる。

#### 【0041】

次に、図7は本発明の第4実施形態であり、請求項4に記載した発明の実施形態に対応する。

図7において、3は可動子、30U、30V、30WはそれぞれU、V、W相可動子片、311、312は強磁性体からなるブリッジ、301はコア、302NはN極磁極、302SはS極磁極である。なお、磁極の配列は各相可動子片30U、30V、30Wについて同一である。

#### 【0042】

一方、4は固定子、40U、40V、40WはそれぞれU、V、W相固定子片、40U0、40V0、40W0はそれぞれU、V、W相コイル、41は強磁性体からなるブリッジである。この実施形態では、各相固定子片40U、40V、40Wの突起は、x方向に沿って互いに1/3ピッチずつつづれている。

すなわち、各相固定子片40U、40V、40Wの間で突起が順次ずれている距離は、固定子片の数（これをM（Mは2以上の整数））とすると、 $M=3$ ）及び間隔Tを用いて表すと、 $T/M$ 、すなわち $T/3$ となる。

また、ブリッジ41は強磁性体からなり、各相固定子片40U、40V、40Wの端部を磁氣的に一体的に結合している。

#### 【0043】

前述の第1～第3実施形態では各相の磁気回路がそれぞれ独立していたのに対し、この第4実施形態ではブリッジ41を介して3相が磁気回路を共有する構造となっている。

従って、各相固定子片40U、40V、40Wは対を形成せずそれぞれ1本のみとなり、これに対向する可動子片30U、30V、30Wも各相ごとに1つとなる。

#### 【0044】

図7における固定子4の各相コイル40U0、40V0、40W0に、図5（a）、（b）に示した電圧パルス $v_U$ 、 $v_V$ 、 $v_W$ 、あるいは（c）に示したような連続的で位相差のある電圧（電流 $i_U$ 、 $i_V$ 、 $i_W$ ）を印加（通流）することによって、



可動子 3 に連続的な推力が発生する。この動作を、図 8 を用いて説明する。なお、図 8 は図 3 と同様な表示方法を採用している。

## 【 0 0 4 5 】

固定子 4 と可動子 3 との位置関係が図 8 (a) のようである時に U 相コイル 40U に電流  $i_U$  を通流すると、U 相において可動子磁極と固定子突起とが揃おうとする力が発生する。このとき、各相の固定子片 40U, 40V, 40W の一端 (ブリッジ 41) と U 相可動子片 30U とは磁氣的に結合されているため、U 相固定子片 40U の突起から U 相可動子片 30U の磁極へ抜けた磁束は、V 相, W 相可動子片 30V, 30W の磁極と V 相, W 相固定子片 40V, 40W の突起を通り、更にブリッジ 41 を抜けて貫流する。これにより、V 相, W 相においても可動子 3 に対する推力が発生する。

## 【 0 0 4 6 】

以上の原理により、可動子 3 は図 8 (b) に示す位置に移動する。そこで W 相コイル 40W0 に電流  $i_W$  を通流すれば、同じように推力が発生する。

以下、(c) ~ (f) に示すように、コイルの励磁を順次行うことによって、可動子 3 が (a) に示す位置から丁度突起 1 ピッチ分動いた位置まで移動する。従って、(a) ~ (f) の操作を繰り返し行うことにより、可動子 3 には連続的な推力が発生することになる。

## 【 0 0 4 7 】

この実施形態によれば、可動子片、固定子片とも各相 1 つずつで良いため、構造の簡単化と小型化が可能であると共に、3 相以上の任意の相数について実現可能である。

## 【 0 0 4 8 】

なお、上記説明では可動子の各可動子片の磁極位置を x 方向に関して揃え、かつ固定子の各固定子片の突起の位置をずらす構成を想定しているが、例えば各可動子片の磁極位置をずらし、各固定子片の突起位置をずらしたり、あるいは、可動子、固定子両方にてそれぞれの片の位置をずらす等の方法をとっても、本質的に同様の効果を得ることができる。

## 【 0 0 4 9 】

最後に、請求項 5 に記載した発明の実施形態を図 9 に基づき説明する。

前記第 1 ～ 4 実施形態のアクチュエータにおいて、可動子片は x 方向に沿って N 極、S 極の磁極が交互に現れる構成であれば、どのようなものでも機能する。

図 9 は上記の観点から形成された可動子の一例であり、コア C の下表面に永久磁石 PM を N 極、S 極交互に張り付けて構成されている。

#### 【 0 0 5 0 】

以上、本発明の種々の実施形態について説明した。

各実施形態では、磁極を有する側を可動子、コイル及び突起を有する側を固定子としたが、可動子と固定子との関係は相対的なものであり、コイルの配線や重量等の点で支障がなければ、磁極を有する側を固定子、コイル及び突起を有する側を可動子としても良い。その場合でも、可動子側のコイルを可動子片の端部に集中的に巻回することにより、可動子の長手方向に沿って多数のコイルを配置する必要がなくなり、冷却構造の容易化、可動範囲の拡大が可能である。

#### 【 0 0 5 1 】

また、固定子側の突起の間隔  $T$  と可動子側の磁極のピッチ  $P$  とが等しい場合 ( $T = P$ ) について説明したが、これらは原理的には  $P/2 < T < 2P$  の範囲で設定可能であり、またそれによってコギングトルクを低減することができる。

突起及び磁極とも、各々の長手方向が可動子の移動方向 (x 方向) に対して垂直である場合につき説明したが、突起及び磁極の一方または両方をわずかにスキューさせることによって、コギングトルクを低減することができる。

更に、各実施形態では示されていないが、可動子位置を検出するセンサを設け、これによって得られる可動子の位置情報を用いてフィードバック制御系を構成すれば、可動子位置を高精度に制御することができる。

#### 【 0 0 5 2 】

##### 【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、可動子や固定子の全範囲にコイルを配置する必要がなく、一方の部材、例えば固定子の長手方向の端部に集中的にコイルを巻回することにより、冷却を容易にして冷却、放熱構造の簡素化を達成することができる。また、可動子側にコイルを設けない構造にできるため、可動子の可動範囲を長くすることができ、安価で実用的なリニアアクチュエータを構成する



ことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態を示す図である。

【図 2】

第 1 実施形態におけるコイルへの印加電圧、電流の説明図である。

【図 3】

第 1 実施形態の動作説明図である。

【図 4】

本発明の第 2 実施形態を示す図である。

【図 5】

第 2 実施形態におけるコイルへの印加電圧、電流の説明図である。

【図 6】

本発明の第 3 実施形態を示す図である。

【図 7】

本発明の第 4 実施形態を示す図である。

【図 8】

第 4 実施形態の動作説明図である。

【図 9】

可動子の他の実施形態を示す図である。

【図 1 0】

第 1 の従来技術を示す図である。

【図 1 1】

第 2 の従来技術を示す図である。

【符号の説明】

1, 1 X, 1 Y      可動子

10A      A 相可動子片対

10B      B 相可動子片対

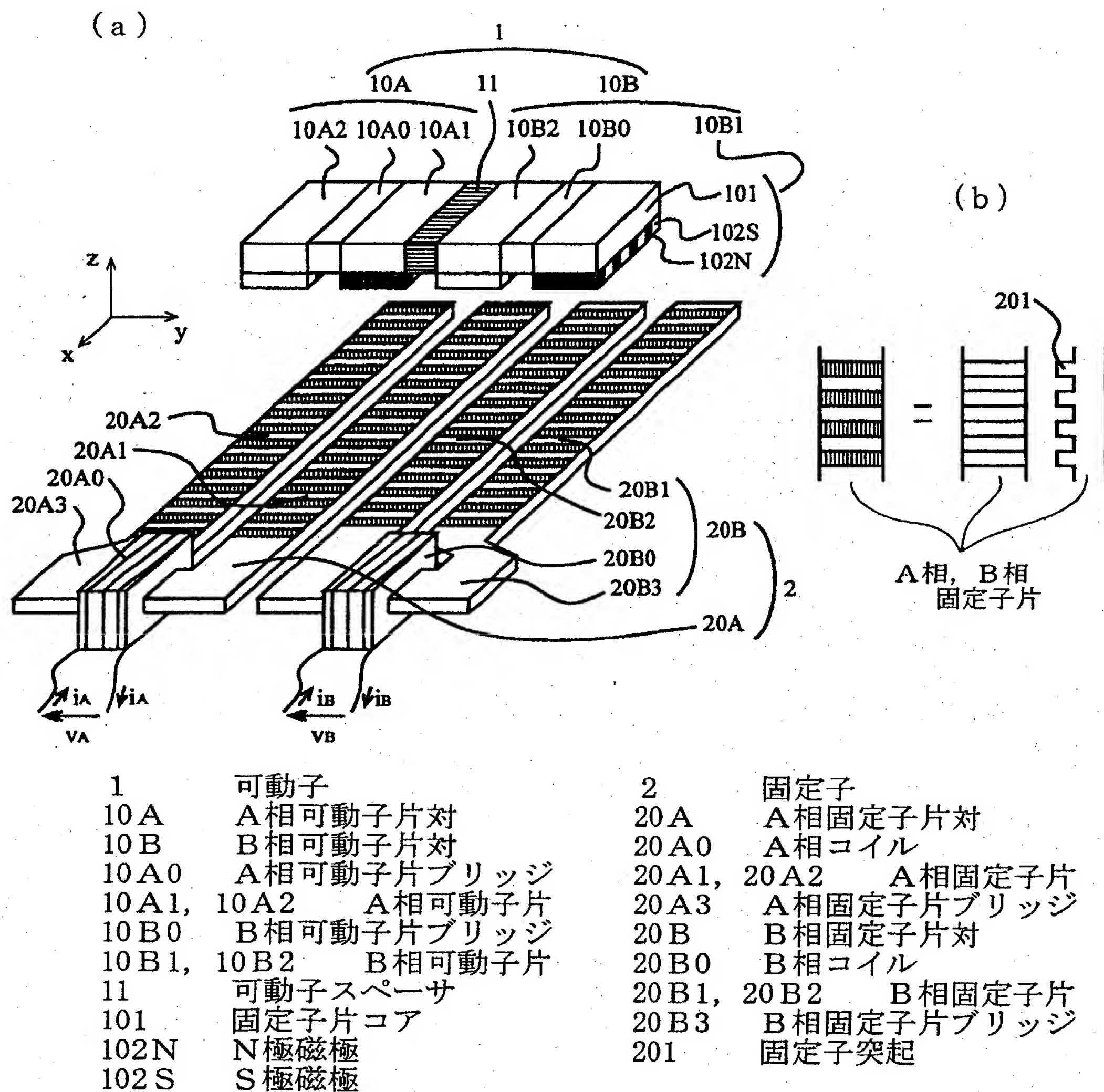
10U, 10UY      U 相可動子片対

10V, 10VY      V相可動子片対  
 10W, 10WY      W相可動子片対  
 11      可動子スペーサ  
 10A0      A相可動子片ブリッジ  
 10A1, 10A2      A相可動子片  
 10B0      B相可動子片ブリッジ  
 10B1, 10B2      B相可動子片  
 10WY1, 10WY2      W相可動子片  
 101      固定子片コア  
 102N      N極磁極  
 102S      S極磁極  
 2, 2 X, 2 Y      固定子  
 20A      A相固定子片対  
 20B      B相固定子片対  
 20U, 20UY      U相固定子片対  
 20V, 20VY      V相固定子片対  
 20W, 20WY      W相固定子片対  
 20A0      A相コイル  
 20A1, 20A2      A相固定子片  
 20A3      A相固定子片ブリッジ  
 20B0      B相コイル  
 20B1, 20B2      B相固定子片  
 20B3      B相固定子片ブリッジ  
 20U0, 20UY0      U相コイル  
 20V0, 20VY0      V相コイル  
 20W0, 20WY0      W相コイル  
 201      固定子突起  
 3      可動子  
 301      可動子片コア

302N	N 極磁極
302S	S 極磁極
30U	U 相可動子片
30V	V 相可動子片
30W	W 相可動子片
311, 312	可動子ブリッジ
4	固定子
40U0	U 相コイル
40V0	V 相コイル
40W0	W 相コイル
40U	U 相固定子片
40V	V 相固定子片
40W	W 相固定子片
41	固定子ブリッジ
C	コア
PM	永久磁石

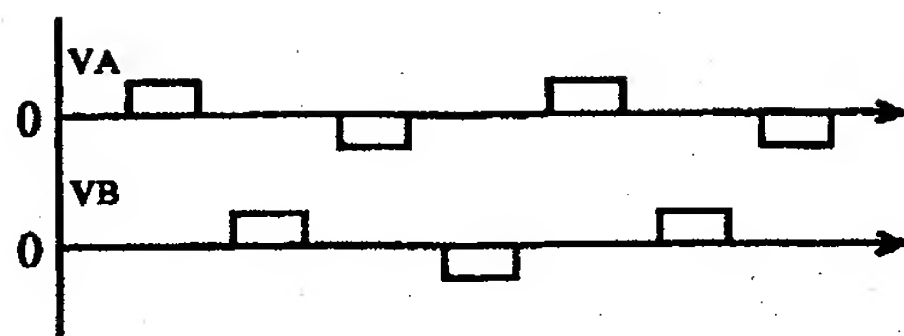
【書類名】 図面

【図1】

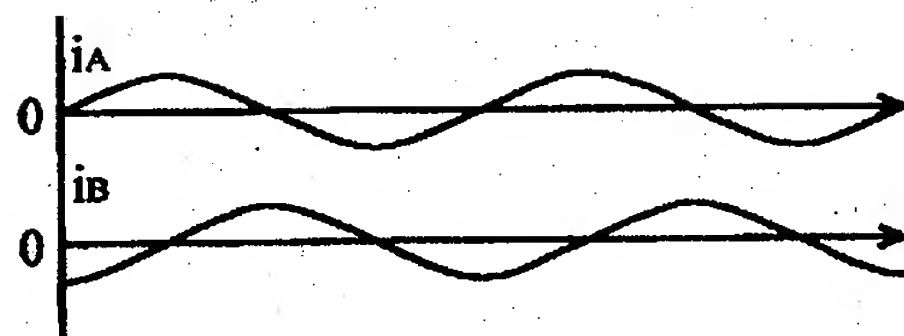


【図 2】

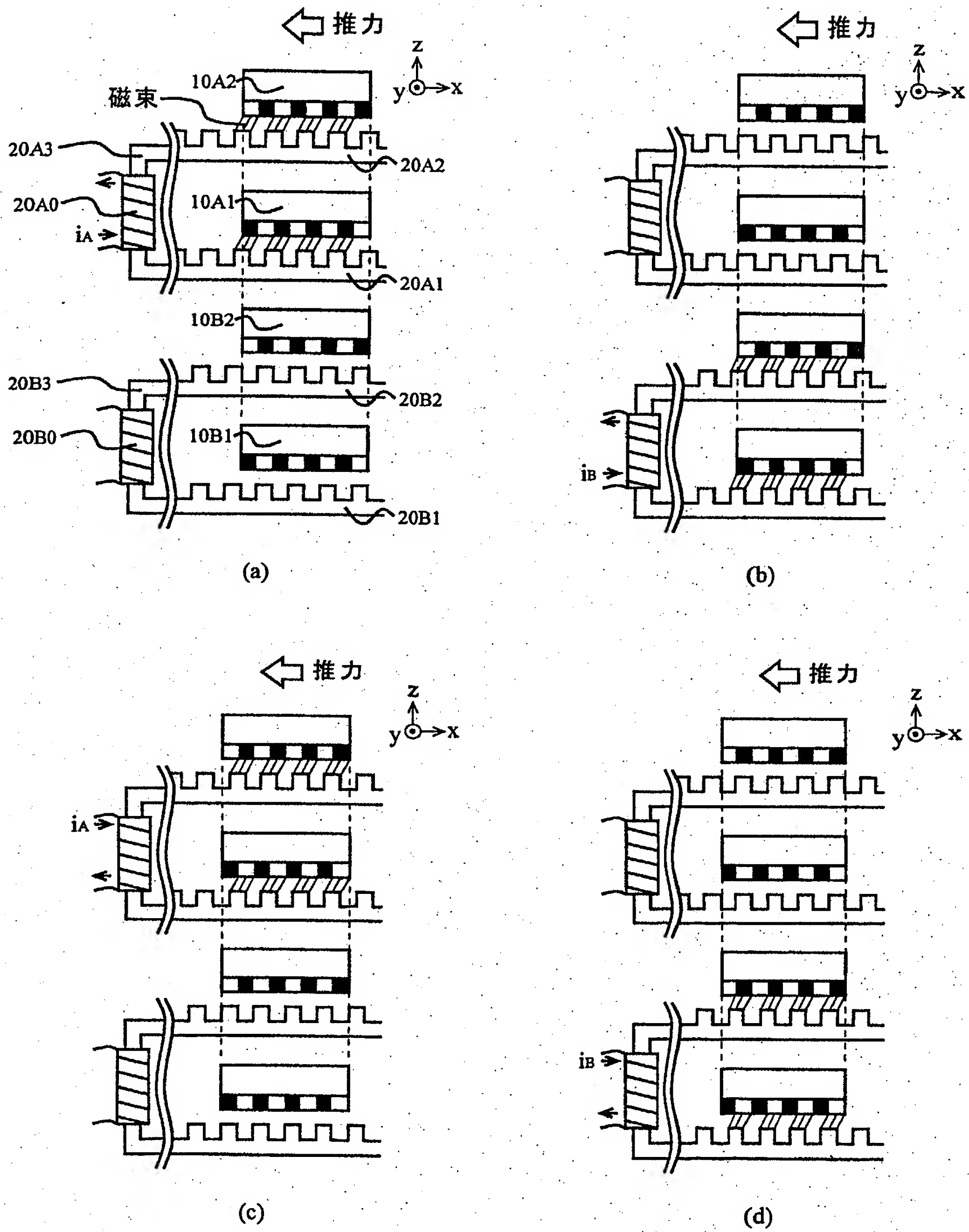
(a)



(b)

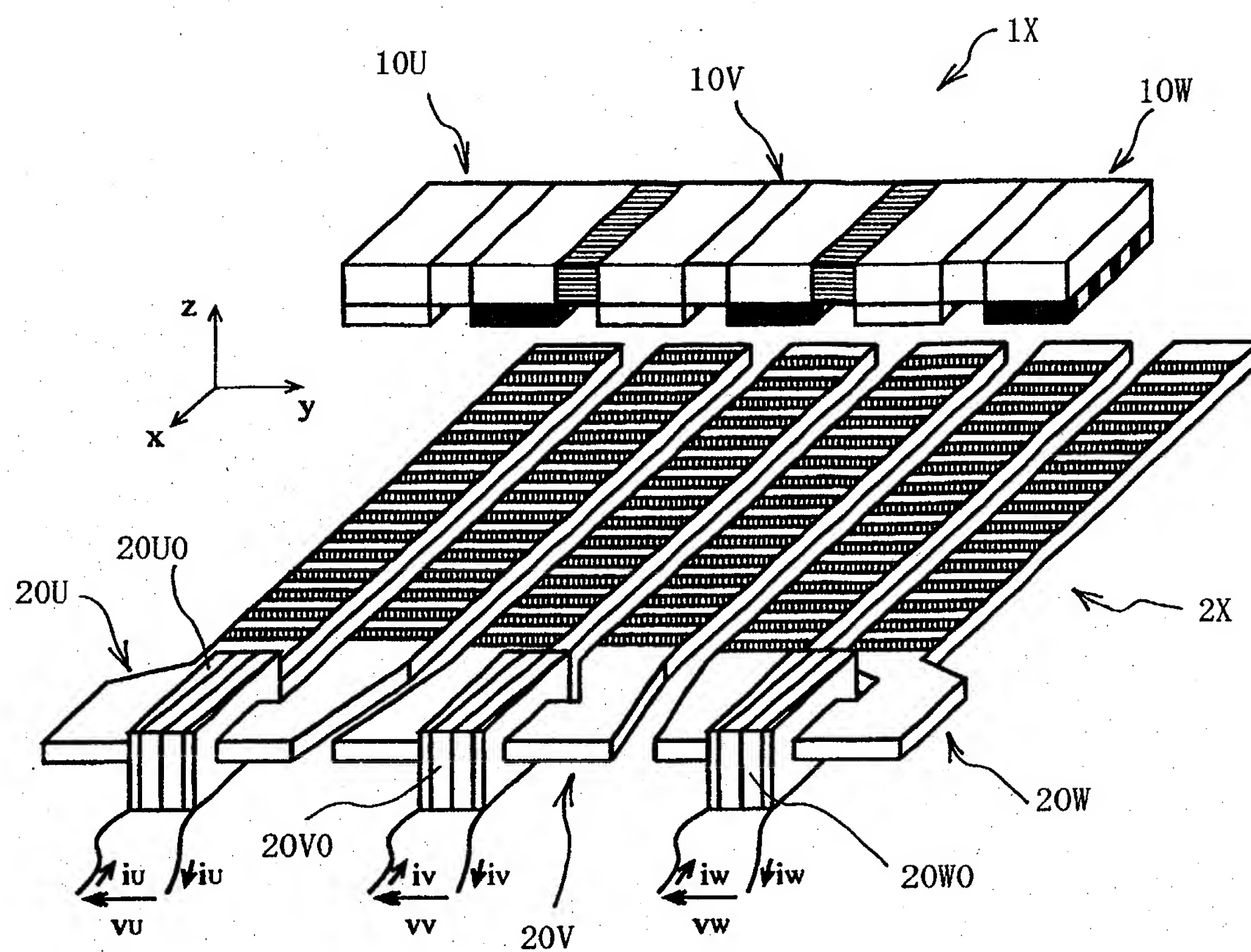


【図 3】

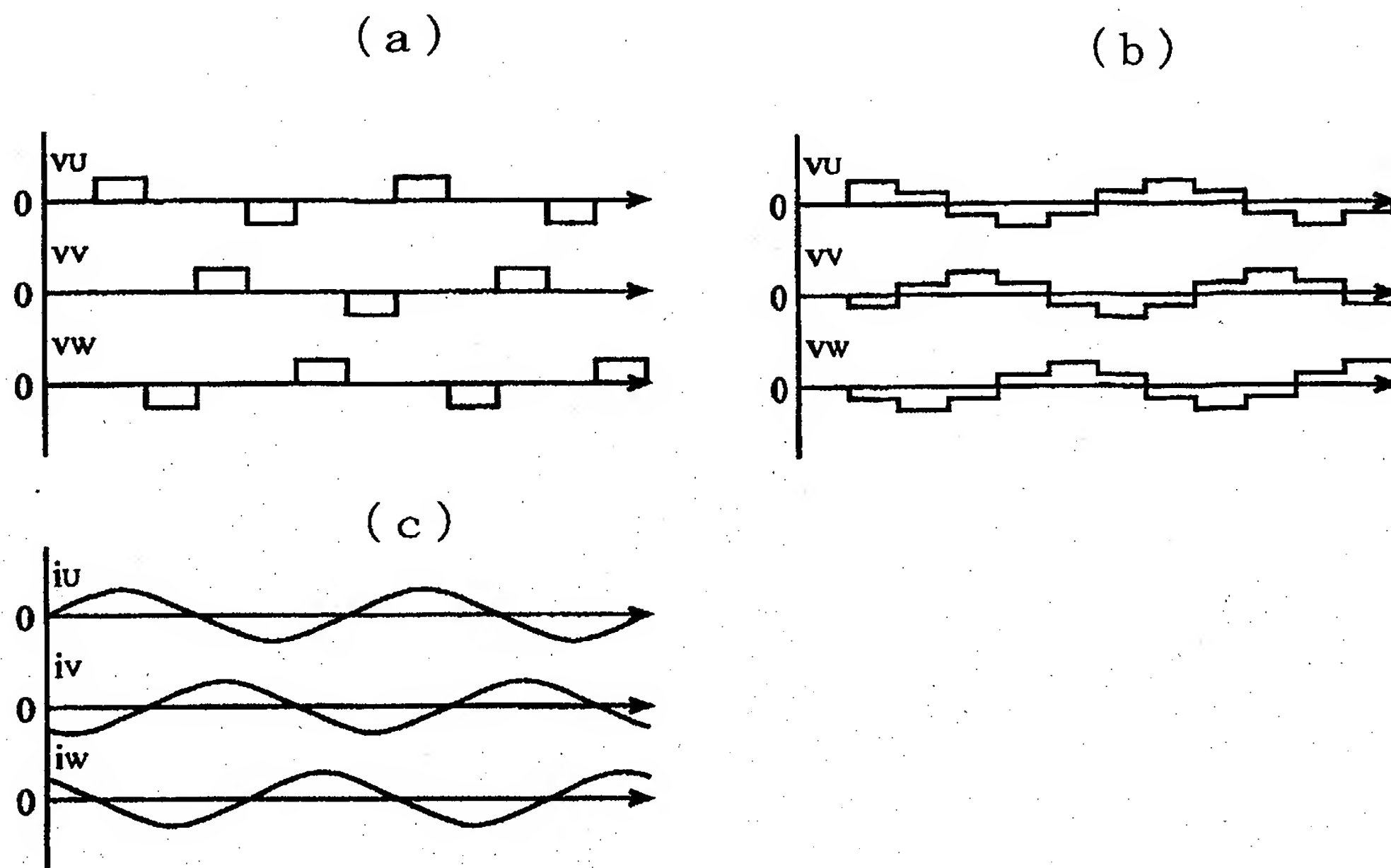




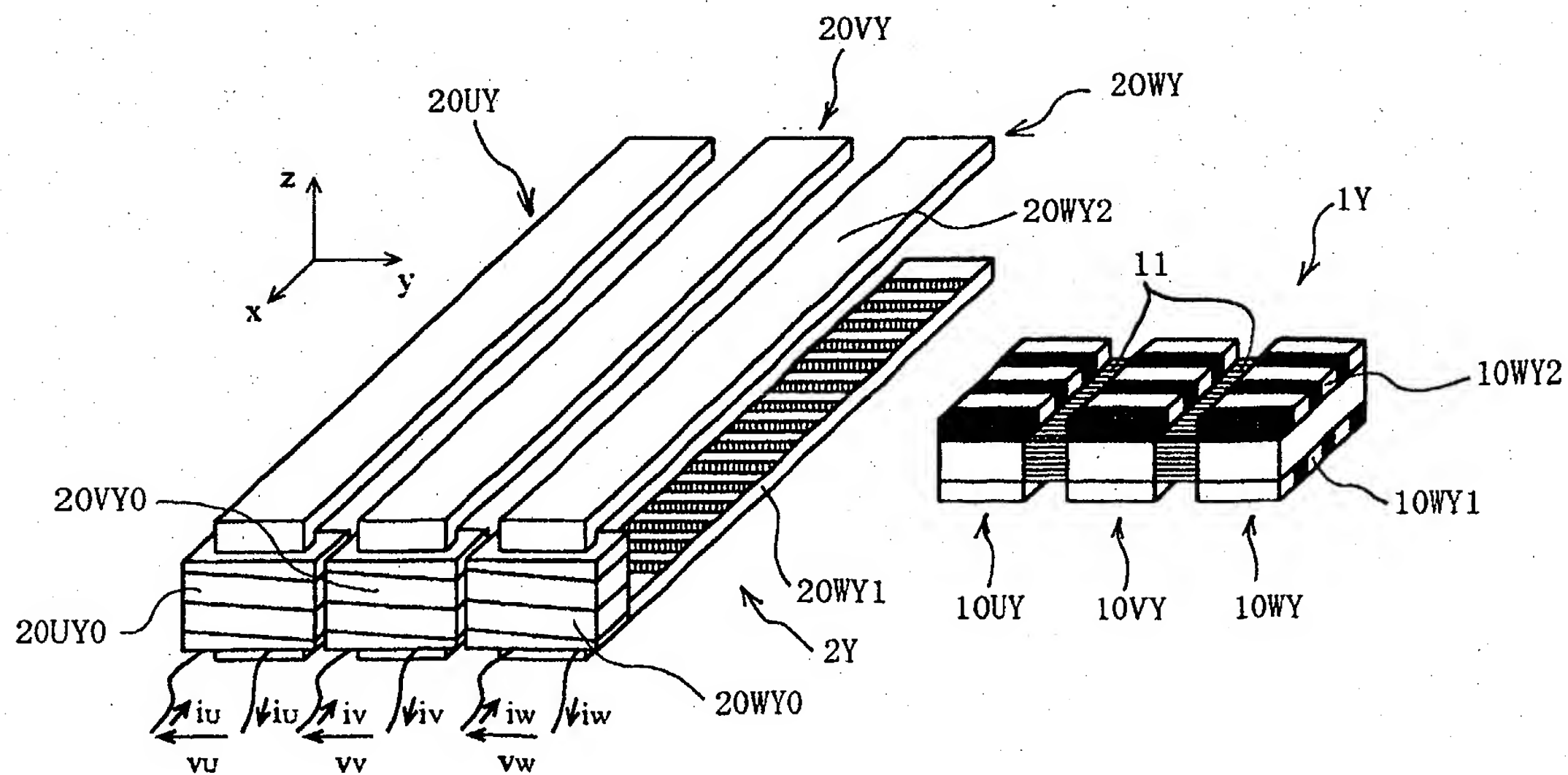
【図 4】



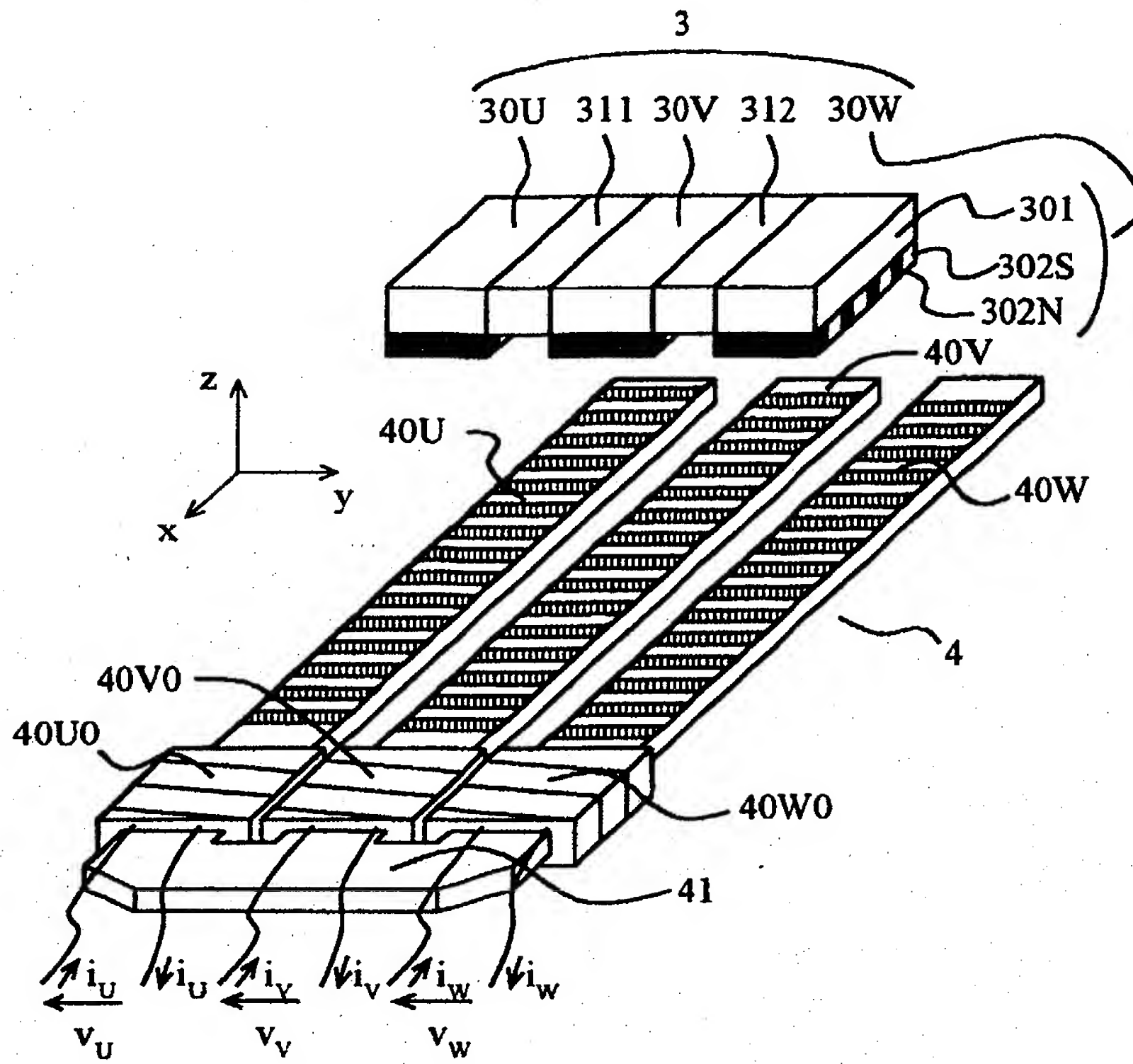
【図 5】



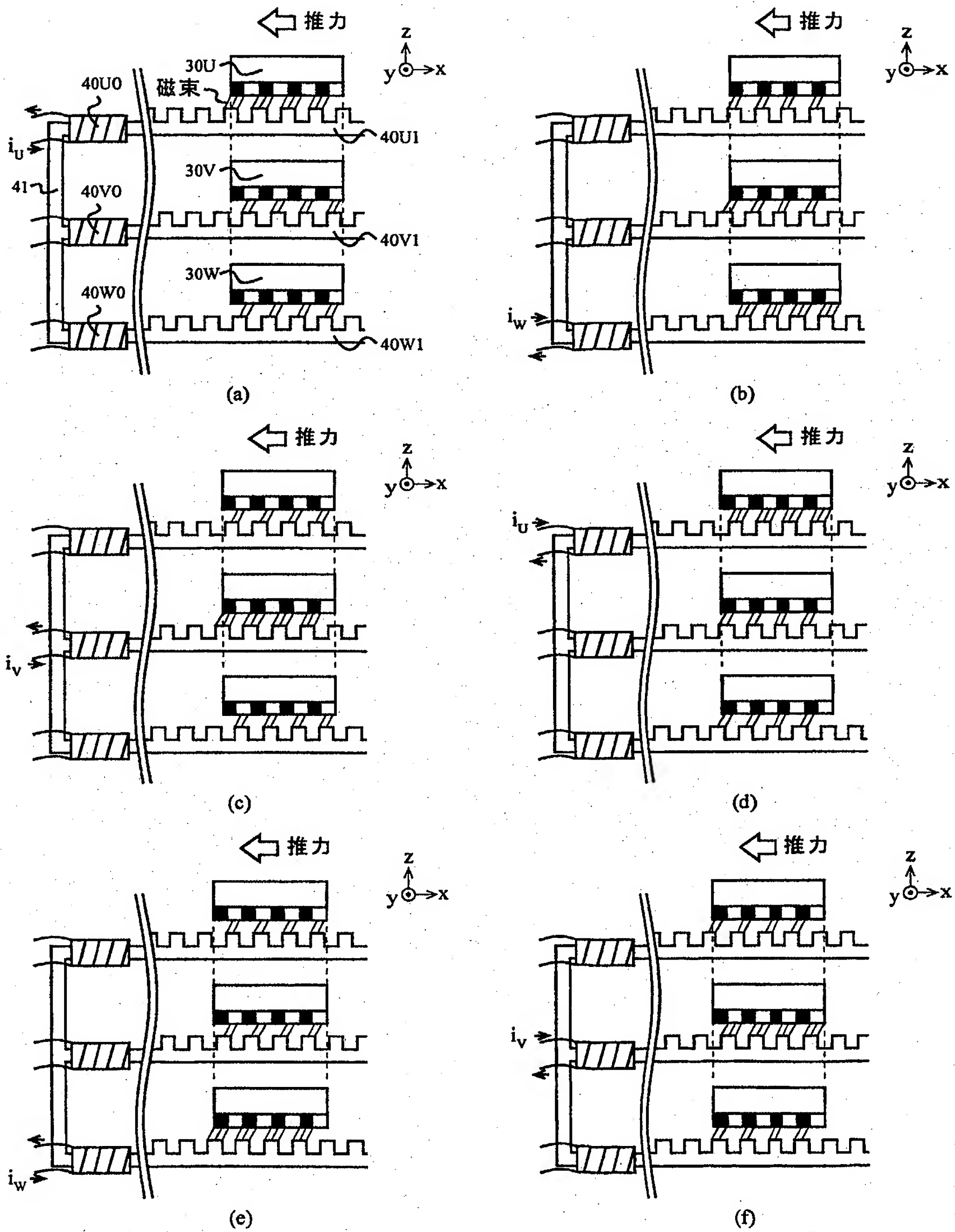
【図 6】



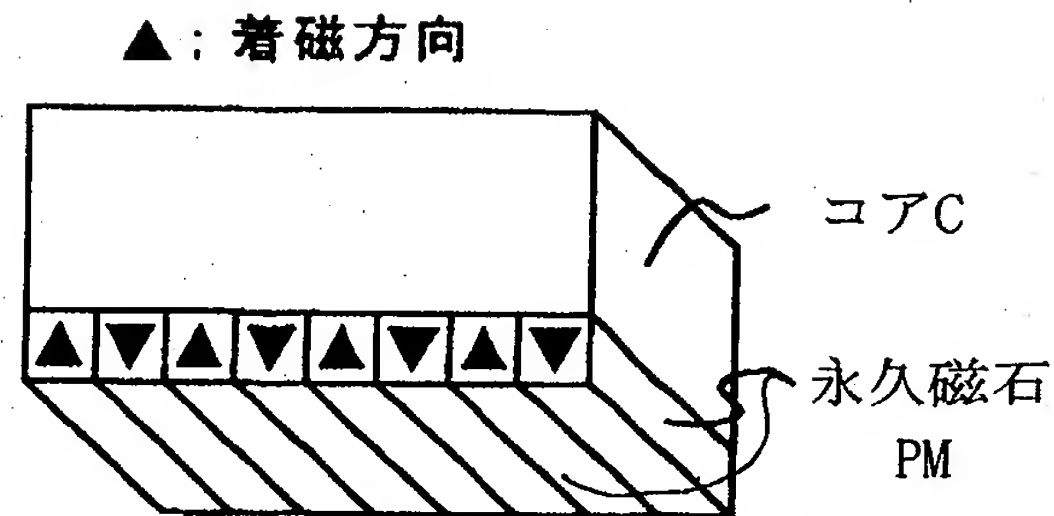
【図 7】



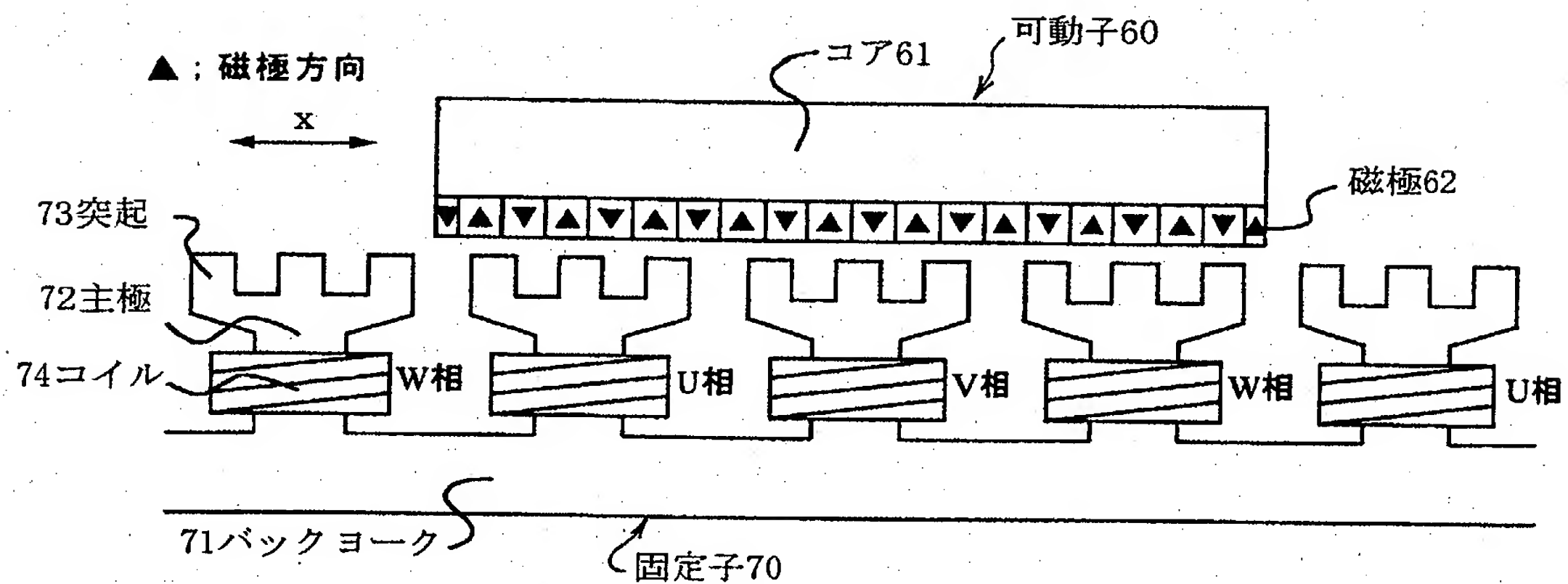
【図 8】



【図 9】



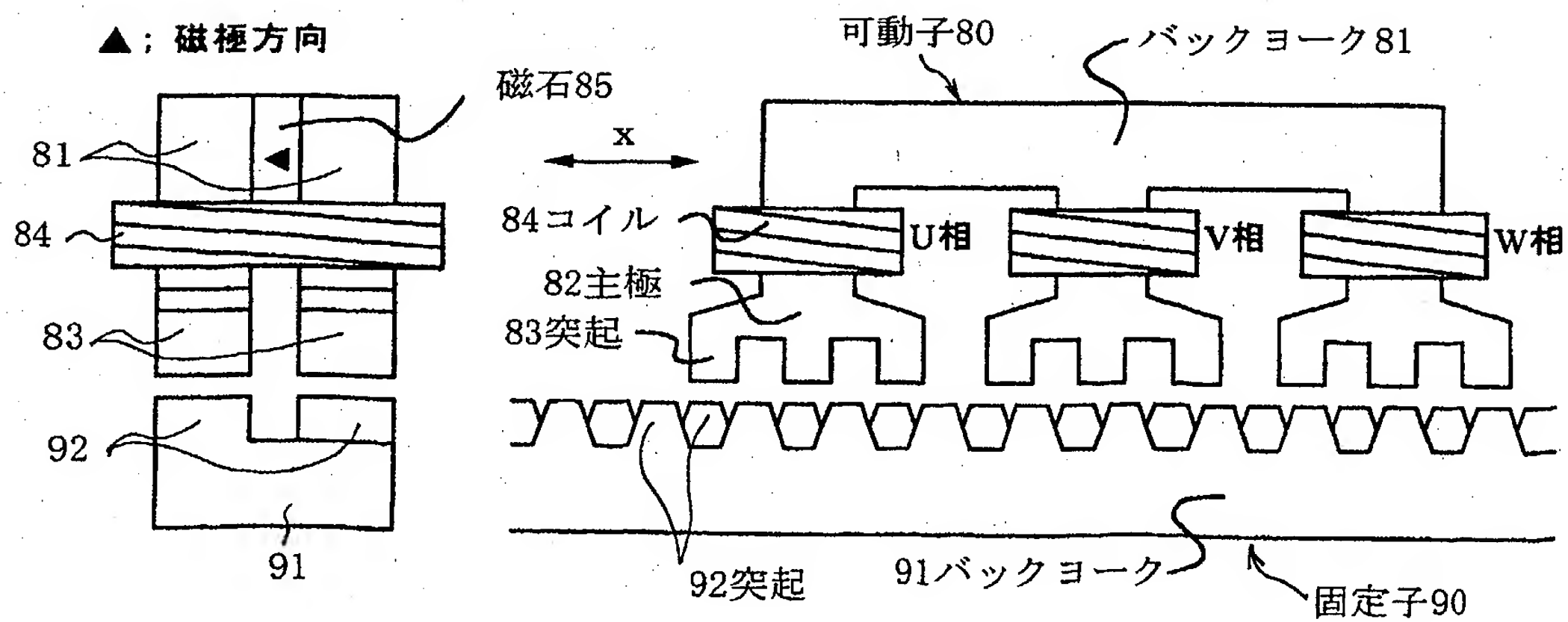
【図 1 0】



【図 1 1】

(a) 正面図

(b) 側面図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可動子の可動範囲を長くする。コイルの冷却構造の簡素化を図り、コストを低減する。

【解決手段】 磁性体からなる複数の片の長手方向端部にコイルが集中的に巻回され、このコイルに電流を通流することにより前記複数の片の長手方向に沿って周期的な磁気的変化を生じる第1の部材（固定子2）と、前記複数の片の長手方向に沿ってN極、S極の磁極が交互に配置され、かつ前記第1の部材にほぼ一定距離を隔てて対向配置された第2の部材（可動子1）と、を備え、第1の部材における磁気的変化の分布を互いに異ならせる（コイルを順次、時系列的に励磁する）ことにより、第2の部材を第1の部材の長手方向に沿って相対的に移動させる。

【選択図】 図1



特2001-055271

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-055271
受付番号	50100285724
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成13年 3月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 2月28日

次頁無

特 2001-055271

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005234]

1. 変更年月日 1990年 9月 5日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

氏 名 富士電機株式会社